

(19)



Eur päisches Patentamt

European Patent Office

Office eur péen des brevets



B1

(11)

EP 0 961 372 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H01S 3/096, H01S 3/025,  
H01L 33/00

(21) Anmeldenummer: 99109118.2

(22) Anmeldetag: 07.05.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder:  
• Auracher, Franz Dr.  
82065 Baierbrunn (DE)  
• Althaus, Hans-Ludwig Dr.  
93138 Lappersdorf (DE)

(30) Priorität: 26.05.1998 DE 19823479

## (54) Hochfrequenz-Lasermodule und Verfahren zur Herstellung desselben

(57) Ein Hochfrequenz-Lasermodule weist einen Träger (12) und einen auf dem Träger (12) angeordneten Halbleiterlaser (11) auf. Auf dem Träger (12) ist eine elektrische HF-Leitstrecke (22) vorgesehen, an deren erstes Ende ein externes HF-Treibersignal anlegbar ist

und die an ihrem zweiten Ende mit einem HF-Anschluß des Halbleiterlasers (11) elektrisch verbunden ist. Die HF-Leitstrecke (22) umfaßt einen in Serie geschalteten HF-Anpassungswiderstand  $R_A$ .

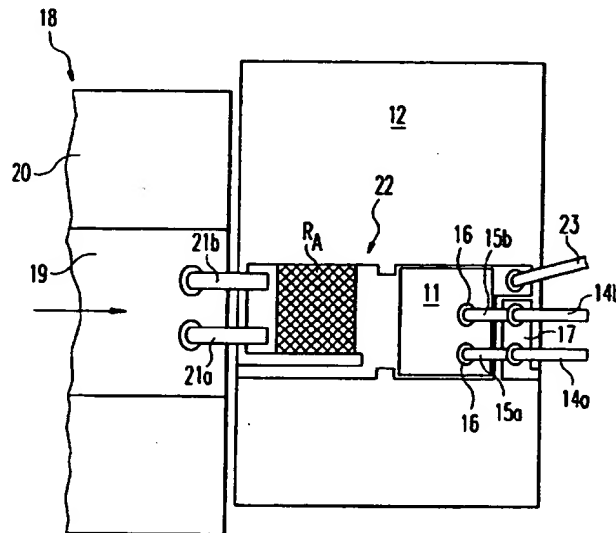


Fig. 2b

EP 0 961 372 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Hochfrequenz-Lasermodule gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 4, ein optoelektronisches Bauelement, das ein derartiges, in einem Gehäuse aufgenommenes Hochfrequenz-Lasermodul aufweist sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl von Hochfrequenz-Lasermodulen auf einer Halbleiterscheibe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0002] Lasermodule sowie auf diesen Lasermodulen basierende optoelektronische Bauelemente sind bereits bekannt und beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung EP 0 660 467 A1 und dem US-Patent 5,566,265 beschrieben. Aus der EP 0 660 467 A1 ist ferner ein Verfahren bekannt, mittels dem eine Vielzahl von optoelektronischen Lasermodulen auf einer gemeinsamen Siliziumscheibe hergestellt werden können.

[0003] Derartige optoelektronische Bauelemente kommen insbesondere in der Datenübertragungs- und Nachrichtentechnik in weitem Umfang zum Einsatz. Um eine möglichst große Informationsmenge pro Zeiteinheit übertragen zu können, werden die Bauelemente üblicherweise im Hochfrequenzbereich betrieben. Die maximal erreichbare Datenrate des Bauelements ist dabei nicht nur von dem verwendeten Halbleiterlaser bestimmt, sondern hängt von einer Vielzahl weiterer elektrischer, optischer und baulicher Maßnahmen des gesamten optoelektronischen Bauelements einschließlich des verwendeten Gehäuses ab.

[0004] Der Erfindung liegt zum einen Teil die Aufgabe zugrunde, ein Hochfrequenz-Lasermodul mit guten HF-Eigenschaften zu schaffen. Ein weiterer Teil der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe besteht darin, ein optoelektronisches Bauelement mit einem das erfindungsgemäße Hochfrequenz-Lasermodul aufnehmenden Gehäuse zu schaffen, welches speziell für Hochfrequenz-Anwendungen ausgelegt ist. Ferner zielt die Erfindung darauf ab, ein besonders rationelles und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung von derartigen Hochfrequenz-Lasermodulen auf einer Halbleiterscheibe anzugeben.

[0005] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch Hochfrequenz-Lasermodule gemäß den Ansprüchen 1 und 4, ein optoelektronisches Bauelement gemäß Anspruch 6 und ein Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl von Hochfrequenz-Lasermodulen gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0006] Durch die Integration des HF-Anpassungswiderstands  $R_A$  in die auf dem Träger (Lasersubmount) angeordnete HF-Leitstrecke gemäß Anspruch 1 wird erreicht, daß der HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  in unmittelbarer Nähe zu dem Halbleiterlaser positioniert ist. Dies gewährleistet eine besonders wirkungsvolle und störungsfreie Anpassung des üblicherweise niederohmigen Halbleiterlasers (typischerweise 3 bis 5 Ohm) an die Impedanz einer Treiberschaltung (üblicher-

weise 25 oder 50 Ohm), wodurch die Hochfrequenz-Eigenschaften des Lasermoduls deutlich verbessert werden.

[0007] Wenn auf dem Träger ferner eine elektrische Nebenleitstrecke vorgesehen ist, die unter Umgehung des HF-Anpassungswiderstands zu dem HF-Anschluß des Halbleiterlasers geführt ist, ergibt dies eine auf dem Träger aufgebrachte Leiterbahnstruktur, die insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn das Hochfrequenz-Lasermodul gemäß dem in Anspruch 11 definierten Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl von Hochfrequenz-Lasermodulen im Waferverbund hergestellt wird.

[0008] Das von dem Halbleiterlaser erzeugte Licht kann in an sich bekannter Weise einen Elektroabsorptionsmodulator (EAM) durchlaufen und von diesem HF-moduliert werden. In diesem Fall kennzeichnet sich die Erfindung nach Anspruch 4 im wesentlichen dadurch, daß der EAM ebenfalls auf dem Träger angeordnet ist und daß ein auf dem Träger vorgesehenes HF-Anschlußpad und ein auf dem Träger vorgesehenes Massekontaktpad des EAMs über eine auf dem Träger verlaufende, einen HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  umfassende HF-Leitstrecke verbunden sind. Da der EAM in Sperrrichtung betrieben wird, d.h. im wesentlichen eine kleine Kapazität darstellt, wird zur Anpassung ein zum EAM parallel geschalteter Anpassungswiderstand verwendet. Durch die gemeinsame Anordnung von Halbleiterlaser und EAM auf demselben Träger wird ein besonders kompakter, für HF-Anwendungen günstiger Gesamtaufbau erzielt, der zudem fertigungstechnisch auf einfache Weise zu realisieren ist. Da der HF-Anpassungswiderstand innerhalb einer auf dem Träger verlaufenden HF-Leitstrecke ausgebildet ist, befindet er sich in unmittelbarer Nähe zum EAM, wodurch das HF-Verhalten des EAMs günstig beeinflusst wird.

[0009] Bei einem Einbau des erfindungsgemäßen HF-Lasermoduls in ein Gehäuse gemäß Anspruch 6 ist auf ein gutes HF-Design der Baugruppe zu achten. Durch die in den Ansprüchen 7 und 8 angegebenen Merkmale wird eine für die Erzielung hoher Datenraten günstige Kontaktierung des HF-Lasermoduls im Gehäuseinneren geschaffen.

[0010] Durch eine HF-Abblockung des Vorstrom-Anschlusses des HF-Halbleiterlasers mittels einer geeigneten Drossel (beispielsweise Spule mit Ferritkern) können HF-Lasermodule mit einer Bandbreite von über 5 GHz erzielt werden. Dadurch lassen sich selbst bei ungekühlten optoelektronischen Bauelementen Datenraten von mindestens 3 Gbit/s realisieren.

[0011] Ein im Strahlengang des HF-Lasermoduls vorgesehener optischer Isolator kann die HF-Eigenschaften des Lasermoduls verbessern, indem er das Zurückkehren von reflektiertem Laserlicht zu dem Laser weitgehend unterbindet und auf diese Weise etwaige störende Rückkopplungseffekte wesentlich reduziert.

[0012] Erfindungsgemäß werden eine Vielzahl von HF-Lasermodulen auf einer gemeinsamen Halbleiterscheibe (Wafer), insbesondere Siliziumscheibe, herge-

stellt. Dies hat unter anderem den Vorteil, daß aufgrund der guten Handhabbarkeit der Halbleiterscheibe einfache Herstellungs- und Montageabläufe möglich sind. Dabei wird durch das auf der Halbleiterscheibe vorgesehene erfindungsgemäße Leiterbahnmuster ermöglicht, daß eine als solche bereits bekannte und als "burn-in" bezeichnete Funktions- und Lebensdauerprüfung der HF-Lasermodule weiterhin im Scheibenverbund durchführbar ist. Beim "burn-in" wird der Laserchip über eine vorgegebene Zeitdauer, die 48 Stunden und mehr betragen kann, mit einem verhältnismäßig hohen Strom beaufschlagt, wobei die Stabilität wesentlicher Funktionsparameter geprüft und eine Charakterisierung des Laserchips ermittelt wird. Bei den erfindungsgemäßen HF-Lasermodule mit unmittelbar auf dem Trägern angeordneten Anpassungswiderständen  $R_A$  würde diese "burn-in"-Prozedur jedoch zu einer thermischen Überlastung der Anpassungswiderstände  $R_A$  führen. Durch das erfindungsgemäße Leiterbahnmuster mit Nebenleitstrecke wird sichergestellt, daß der beim "burn-in" fließende Strom nicht durch die HF-Anpassungswiderstände  $R_A$  fließt sondern über die Nebenleitstrecken an diesen vorbeigeleitet wird. Dies ermöglicht es, daß bei der Herstellung der Lasermodule der "burn-in" weiterhin auf rationelle Weise im Waferverbund, d.h. vor der Auftrennung der Halbleiterscheibe in die einzelnen Lasermodule, durchgeführt werden kann.

[0013] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

- Fig. 1a eine schematische Querschnittansicht eines Lasermoduls nach dem Stand der Technik;
- Fig. 1b eine perspektivische Darstellung des in Fig. 1a dargestellten Lasermoduls;
- Fig. 2a eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen HF-Lasermoduls;
- Fig. 2b das in Fig. 2a dargestellte HF-Lasermodule in Draufsicht;
- Fig. 3a eine schematische Darstellung von zwei benachbarten Leiterbahnstrukturen in Draufsicht zur Erläuterung des auf der Siliziumscheibe aufgetragenen Leiterbahnmusters;
- Fig. 3b eine schematische Schnittdarstellung durch die Siliziumscheibe mit darauf angeordneten HF-Lasermodule;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines auf einem Träger angeordneten Laserchips mit

Halbleiterlaser und integriertem Elektroabsorptionsmodulator;

- Fig. 5a eine schematische Schnittansicht entlang der Linie I-I in Fig. 4;
- Fig. 5b eine schematische Schnittansicht entlang der Linie II-II in Fig. 4;
- Fig. 6 ein erstes Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements mit einem auf dem Gehäuseboden des Bauelements befestigten HF-Lasermodule in Draufsicht;
- Fig. 7 eine schematische Teilschnittdarstellung des Bauelements aus Fig. 6;
- Fig. 8 eine schematische Teilansicht des in den Fig. 6 und 7 gezeigten optoelektronischen Bauelements;
- Fig. 9 ein zweites Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements mit einem auf einem Kühlelement befestigten HF-Lasermodule in Teilschnittdarstellung; und
- Fig. 10 das optoelektronische Bauelement aus Fig. 9 in Draufsicht.
- [0015] Das in Fig. 1a dargestellte bekannte Lasermodule weist als Lichtsender einen Laserchip 1 auf, der auf einem vorzugsweise aus Silizium bestehenden Träger 2 angeordnet ist. Der Träger 2, der auch als Silizium-Submount bezeichnet wird, trägt ferner zwei Umlenkprismen 3, 4, die zu beiden Seiten des Laserchips 1 angeordnet sind und Spiegelflächen aufweisen, die unter einem Winkel von 45° gegenüber der aktiven Fläche des Laserchips 1 orientiert sind. Auf dem einen Umlenkprisma 3 ist eine Koppellinse 5 aufgebracht und so angeordnet, daß die im Laserchip 1 erzeugte und von dem Umlenkprisma 3 umgelenkte Laserstrahlung die Koppellinse 5 im wesentlichen in Richtung ihrer optischen Achse durchläuft. Hierbei kann der Monitor-Chip 6 auch ohne Umlenkprisma 4 direkt auf dem Träger (Silizium-Submount) 2 befestigt sein.
- [0016] Auf dem zweiten Umlenkprisma 4 ist ein Monitor-Chip 6 derart angeordnet und befestigt, daß von diesem ein Teil der vom Laserchip 1 erzeugten optischen Strahlung empfangen wird. Der Monitor-Chip 6 kann zur Messung bzw. Regelung der Laserleistung verwendet werden.
- [0017] Fig. 1b zeigt das in Fig. 1a dargestellte Lasermodule in perspektivischer Ansicht. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in dieser Figur die Koppellinse 5 weggelassen. Der obliegende Kontakt 7 des Laserchips 1 ist über einen Bonddraht 8 mit einem randseitig auf dem Träger 2 aufgetragenen Kontaktpad 9 verbun-

den, während der in Fig. 1b nicht sichtbare unterliegende Kontakt des Laserchips 1 elektrisch kontaktierend auf einem Leiterbahnstreifen 10 aufsteht, der zu dem gegenüberliegenden Rand des Trägers 2 geführt ist und dort eine Kontaktierungsfläche aufweist.

[0018] In den Fig. 2a und 2b ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen HF-Lasermoduls für hohe Datenraten dargestellt. Wiederum ist oberhalb eines Halbleiterträgers 12, der vorzugsweise aus Silizium besteht, ein Laserchip 11 angeordnet. Der Träger 12 steht auf einer Gehäusegrundplatte 13 auf, die auf Massepotential liegt und über zwei in Serie geschaltete Bondleitungen 14 und 15 mit dem oberliegenden (zumeist p-) Kontakt 16 des Laserchips 11 in Verbindung steht.

[0019] Fig. 2b macht deutlich, daß sowohl die erste 14 als auch die zweite 15 Bondleitung jeweils aus zwei (oder auch mehr) einzelnen Bonddrähten 14a, 14b bzw. 15a, 15b aufgebaut sein kann, die an einem auf dem Träger 12 angeordneten Massekontaktpad 17 gemeinsam angebondet sind.

[0020] Das HF-Datensignal wird über eine geeignete hochfrequenztaugliche Zuleitung in den Bereich des Trägers 12 geführt. Im dargestellten Beispiel wird als Datenzuleitung eine Mikrostreifenleitung 18 verwendet, die im wesentlichen aus einem das Datensignal leitenden Metallstreifen 19 besteht, der oberhalb eines Masseleiters 20 verläuft und gegenüber diesem isoliert geführt ist. Der Masseleiter 20 bildet die Unterseite der Mikrostreifenleitung 18 und ist elektrisch leitend mit einer Massefläche auf der Gehäusegrundplatte 13 verbunden, an der auch die Bonddrähte 14a, 14b angebracht sind. Der Metallstreifen 19 steht über zwei oder in nicht dargestellter Weise auch mehr HF-Bonddrähte 21a, 21b mit dem einen Ende einer auf dem Träger 12 vorgesehenen HF-Leitstrecke 22 in Verbindung, die an ihrem anderen Ende mit einem unterliegenden Kontakt des Laserchips 11 elektrisch verbunden ist. In die HF-Leitstrecke 22 ist erfindungsgemäß ein Anpassungswiderstand  $R_A$  integriert, der dazu dient, eine möglichst gute Anpassung des niederohmigen Laserchips 11 an den Wellenwiderstand der Mikrostreifenleitung 18 zu erzielen, und im vorliegenden Beispiel einen Wert von 22  $\Omega$  aufweist.

[0021] Anstelle der in den Fig. 2a und 2b dargestellten Mikrostreifenleitung 18 kann als HF-Zuleitung auch eine koaxiale Leitung oder eine koplanare Leitung mit nebeneinanderliegend angeordneten HF-Leiter- und Massestreifen eingesetzt werden. Der Anpassungswiderstand  $R_A$  kann vorzugsweise in Abhängigkeit von dem verwendeten HF-Zuleitungstyp und dessen Dimensionierung gewählt werden.

[0022] Über die Zuleitung 23 wird dem Laserchip 11 ein Vorstrom (Bias-Strom) zugeführt.

[0023] Der unterliegende HF-Anschluß des Laserchips 11 steht ferner mit einer auf dem Träger 12 verlaufenden Nebenleitstrecke 24 in Verbindung, die eine Umgehung des Anpassungswiderstandes  $R_A$  ermög-

licht und für das nachfolgend zu erläuternde Herstellungsverfahren des Hochfrequenz-Lasermoduls im Scheibenverbund von wesentlicher Bedeutung ist.

[0024] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen HF-Lasermodule wird auf einer Siliziumscheibe 25, wie sie in Fig. 3b dargestellt ist, mittels bekannter Techniken zunächst ein Leiterbahnmuster aufgebracht, welches aus periodisch sich wiederholenden Leiterbahnstrukturen aufgebaut ist. Zwei benachbarte Strukturen sind in Fig. 3a dargestellt. Die gestrichelten Linien 26 geben dabei die Konturen der späteren Träger 12 (Silizium-Submounts) wieder. Wesentlich ist, daß bei benachbarten Strukturen eine elektrische Verbindung zwischen dem Massekontaktpad 17 der einen Struktur und der Nebenleitstrecke 24 der anderen Struktur besteht.

[0025] Nachfolgend werden die Laserchips 11 durch Löten oder andere übliche Verfahren auf die dafür vorgesehenen Bereiche L der einzelnen Leiterbahnstrukturen montiert. Der Bestückungsvorgang ist in hohem Maße automatisierbar und kann somit auf sehr rationelle Weise durchgeführt werden.

[0026] Dann werden in nicht dargestellter Weise Umlenkprismen um die Laserchips 11 herum gruppiert und auf der Siliziumscheibe 25 befestigt, was beispielsweise durch einen weiteren Lötvorgang bewerkstelligt werden kann. Die Anordnung der Umlenkprismen kann entsprechend der Darstellungen in den Fig. 1 und 2 gewählt werden.

[0027] Es ist auch möglich, die Umlenkprismen vor der Bestückung der Siliziumscheibe 25 mit den Laserchips 11 in Form von durchgängige Prismenstreifen aufzubringen. Die Prismenstreifen werden dann bei der späteren Vereinzelung der Träger 12 entlang der Trennlinien 26 in einzelne Umlenkprismen zerteilt.

[0028] In einem weiteren Schritt des Herstellungsverfahrens werden die auf der Siliziumscheibe 25 montierten Laserchips 11 einer gemeinsamen Funktionsprüfung bzw. Voralterung ("burn-in") unterzogen. Diese Prüfung muß unter Hochstrombedingungen durchgeführt werden, um in vertretbarer Zeit eine Lebensdauerabsicherung der einzelnen Laserchips 11 zu erhalten. Dabei wird der "burn-in"-Strom gemäß dem erfindungsgemäßen Aufbau des Leiterbahnmusters über die Nebenleitstrecken 24 an den Anpassungswiderständen  $R_A$  vorbeigeführt, so daß diese stromlos bleiben und keinerlei Erwärmung geschweige denn eine Überhitzung dieser Widerstände auftreten kann. Aufgrund dieser Tatsache wird eine Funktionsprüfung der einzelnen Laserchips 11 mit HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  im Scheibenverbund ermöglicht.

[0029] Nach der Funktionsprüfung kann die Scheibe in üblicher Weise entlang der Trennlinien 26 in die einzelnen Submounts aufgetrennt werden. Die Submounts können dann einzeln weiterverarbeitet werden und dabei beispielsweise mit einer Linsenkopelloptik gemäß den Fig. 1 und 2 versehen werden. Ferner können sie mit weiteren, insbesondere für HF-Anwendungen geeigneten optische Bauelementen (z.B. einem

optischen Isolator) ausgestattet werden. Es ist jedoch auch möglich, die genannten Weiterverarbeitungsschritte noch vor der Vereinzelung der Submounts, d.h. auf der intakten Siliziumscheibe 25, durchzuführen.

[0030] Die Fig. 4 zeigt einen auf einem Träger 112 aufgebrachten Laserchip 111, der einen Halbleiterlaser 113 sowie einen integrierten EAM 114 enthält. Ein HF-Datensignal wird über eine Mikrostreifenleitung 118 und Bonddrähte 121a, 121b zu einem auf dem Träger 112 angeordneten HF-Anschlußpad 115 geführt. Über weitere Bonddrähte 123a, 123b steht das HF-Anschlußpad 115 mit einem HF-Eingang des EAMs 114 in elektrischer Verbindung.

[0031] Der Laserchip 111 liegt auf einem Massekontaktpad 117 auf, das einen gemeinsamen Massekontakt für den Halbleiterlaser 113 und den EAM 114 bildet. Ferner ist auf dem Träger 112 ein Bondpad 116 vorgesehen, das über Bondleitungen 124a, 124b mit einem obenliegenden Eingangsanschluß des Halbleiterlasers 113 verbunden ist. Der Halbleiterlaser 113 wird über eine das Bondpad 116 elektrisch kontaktierende Zuleitung 119 mit einem Gleichstrom versorgt, d.h. im Dauerstrichbetrieb betrieben.

[0032] Wesentlich für die Erfindung ist, daß das HF-Anschlußpad 115 über einen HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  mit dem Massekontaktpad 117 verbunden ist. Dieser ist in einer auf dem Träger 112 zwischen dem HF-Anschlußpad 115 und dem Massekontaktpad 117 verlaufenden HF-Leitstrecke 122 ausgebildet und weist typischerweise einen Wert von etwa 50 Ohm auf. Der HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  ist parallel zu dem in Sperrichtung betriebenen EAM 114 geschaltet. Aufgrund seiner erfindungsgemäßen Ausbildung auf dem Träger 112 ist er in unmittelbarer Nähe zu dem EAM 114 positioniert, wodurch die Hochfrequenz-Eigenschaften des Moduls vorteilhaft beeinflusst werden.

[0033] Ferner ist das Massekontaktpad 117 mittels eines Kontaktausläufers 125 an einen Rand des Trägers 112 geführt. Der Kontaktausläufer 125 bildet vor der Vereinzelung der Träger 112 (Submounts) eine elektrische Verbindung zu einem Ansatz 116a des Bondpads 116 einer benachbarten Leiterbahnstruktur und ermöglicht somit den "burn-in" im Scheibenverbund.

[0034] Fig. 5a zeigt einen Schnitt durch den Träger 112 mit Laserchip 111 entlang der Linie I-I. Ein die Unterseite des Mikrostreifenleiters 118 bildender Masseleiter 120 ist unterhalb des Trägers 112 fortgesetzt und kontaktiert das Massepad 117 über Massebondleitungen 126. Die entsprechende Ansicht bei einem Schnitt entlang der Linie II ist in Fig. 5b dargestellt.

[0035] In den Fig. 6, 7 und 8 ist ein erstes Beispiel für ein optoelektronisches Bauelement dargestellt, das mit einem erfindungsgemäßen HF-Lasermodul 29 gemäß der Figuren 2a bis 5b (d.h. entweder mit oder ohne integriertem EAM) betrieben wird und bei dem darüber hinaus weitere Maßnahmen ergriffen sind, um eine möglichst hohe Datenrate zu erzielen. Fig. 6 zeigt in

Draufsicht den Innenaufbau eines Koaxialgehäuses 28 mit Lasermodul 29. Das Koaxialgehäuse 28, das auch als TO-(Transistor-Outline)-Gehäuse bezeichnet wird, weist eine Bodenplatte 30 mit vier elektrischen Durchführungen auf. Das HF-Signal (Datensignal) wird über einen isolierten, beispielsweise eingeglasten Pin 31 in das Gehäuseinnere geführt und dort über kurze Bonddrähte oder Bändchen 32 elektrisch mit dem HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  bzw. bei Verwendung eines in den Fig. 4 und 5a, 5b gezeigten Laserchips 111 mit integriertem EAM 114 mit dem HF-Anschlußpad 115 verbunden. Über einen weiteren Durchführungs-Pin 33 wird das Lasermodul 29 mit Vorstrom versorgt. Die Pins 34 und 35 stellen weitere Durchführungen dar und dienen der elektrischen Kontaktierung des Monitor-Chips 6'. Das Lasermodul 29 kann in dem Koaxialgehäuse 28 so positioniert sein, daß die optische Achse einer Koppellinse 5' mit der Gehäusemittenachse zusammenfällt. Es kann aber auch eine beliebige außermittige optische Achse eingestellt werden. Rückseitig der Bodenplatte 30 des Gehäuses 28 erstreckt sich eine Platine 36, deren Lage in ihrem von dem Gehäuse 28 verdeckten Abschnitt durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist.

[0036] Fig. 7 zeigt das optoelektronische Bauelement aus Fig. 6 in Seitenansicht. Die Platine 36 sowie das Koaxialgehäuse 28 sind an einer Metallasche 44 befestigt, die gleichzeitig als Masseleitung dient. Die HF-Zuführung erfolgt über das aus der Bodenplatte 30 herausstehende Ende 37 des Pins 31. Da die Platine 36 bis an die Rückwand 30 des Gehäuses 28 herangeführt ist und außerdem das Ende 37 des HF-Pins 31 unmittelbar auf der Platine 36 aufliegt und dort mit einer HF-Leiterbahn verlötet oder verschweißt ist (siehe Fig. 8), kann auf Bonddrähte verzichtet werden und es wird eine insgesamt ausgesprochen kurzstreckige elektrische HF-Anbindung geschaffen.

[0037] Das Gehäuse 28 kann auch in nicht dargestellter Weise einen Massepin aufweisen, der mit einer Masseseite der Platine 36 verlötet ist. In diesem Fall kann die Metallasche 44 entfallen.

[0038] Mittels einer kleinen Ferritspule 38 kann in vorteilhafter Weise eine HF-Abblockung des Vorstrom-Pins 33 erzielt werden. Die Ferritspule 38 besteht aus einer mit mindestens zwei Windungen bewickelten Ferritperle, die über ein gehäuserückseitig vorstehendes Ende 39 des Vorstrom-Pins 33 geschoben ist. Alternativ kann der Vorstrom-Pin 33 auch möglichst kurzstreckig mit einer auf der Platine befindlichen HF-Drossel verbunden werden. Noch bessere HF-Eigenschaften werden erzielt, wenn die HF-Drossel im Inneren des TO-Gehäuses 28 möglichst nahe am Laserchip angeordnet ist. In dieser Aufbauweise können Module mit einer Bandbreite von mindestens 5 GHz erzielt werden. Bei Verwendung eines in der Fig. 7 nicht dargestellten üblichen optischen Faseranschlusses lassen sich ungekühlte koaxiale Bauelemente für Datenraten von mindestens 3 Gbit/s realisieren. Für größere Übertragungsstrecken ist bei hohen Datenraten (> 1Gbit/s) ein

optischer Isolator zwischen Laserdiode und Faser vorzusehen.

[0039] Fig. 8 zeigt den in Fig. 7 dargestellten Aufbau in Draufsicht mit den entsprechenden Anschlußleiterbahnen 40, 41 für das HF-Signal bzw. den Vorstrom sowie den weiteren Leiterbahnen 42, 43 zur Kontaktierung des Monitor-Chips 6'.

[0040] Fig. 9 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements nach der Erfindung. Auf einer Bodenplatte 45 eines Metallgehäuses 46 ist ein Kühlelement 47, beispielsweise ein Peltierelement, montiert. Auf dessen Oberfläche ist i.a. ein gut wärmeleitender, aber elektrisch isolierender Zwischenträger 58 z.B. aus BeN oder Si aufgebracht, auf dem sich die erforderlichen Metallisierungen (Masseflache für die Streifenleitung), Kontakte- bzw. Bondpads für die Anschlüsse z.B. des Monitor-Chips, der HF-Drossel und eines Temperaturlühlers befinden und der die Grundfläche für ein HF-Lasermodul 48 bildet. Das HF-Lasermodul 48 ist gemäß den Fig. 2a bis 5b (d. h. mit oder ohne integriertem EAM) ausgeführt und unterscheidet sich von dem in Fig. 7 dargestellten Lasermodul 29 im wesentlichen nur dadurch, daß es im Strahlengang hinter der Koppellinse 5' mit einem weiteren 90°-Umlenkprisma ausgerüstet ist und somit parallel zur Ebene des Trägers (Submounts) gerichtetes Laserlicht abgibt.

[0041] In Strahlrichtung hinter dem HF-Lasermodul 48 ist zur Vermeidung von Rückwirkungen durch reflektiertes Licht auf den Laser ein optischer Isolator 49 angeordnet. Der optische Isolator 49 ist über eine gut wärmeleitende Verbindung auf dem Kühlelement 47 befestigt, wodurch ein Einfluß der Umgebungstemperatur auf den optischen Isolator 49 vernachlässigbar gering gehalten werden kann.

[0042] Austrittsseitig ist am Gehäuse eine Faseran-kopplung vorgesehen, die im wesentlichen aus einem gehäuseseitigen Flanschstück 52a und einem die Faser 51 fixierenden Flanschstück 52b mit integrierter Linse 50 besteht.

[0043] Fig. 10 zeigt das in Fig. 9 dargestellte Bauelement in Draufsicht. Im Bereich einer Längsseitenwand 53 sind eine Reihe einfacher elektrischer Durchführungen 57 für die Versorgungs- und Meßleitungen der in dem Gehäuse aufgenommenen Elemente (beispielsweise Peltierelement, Monitor-Chip usw.) vorgesehen. An der gegenüberliegenden Seitenwand 54 befindet sich eine HF-Durchführung 56, die in Form eines die Wand durchlaufenden Mikrostreifenleiters 55 oder in nicht dargestellter Weise einer koaxialen Leitung in Form eines eingeglasten Pins ausgeführt ist. Die Verbindung zwischen der HF-Durchführung 56 und dem HF-Lasermodul 48 wird durch eine Mikrostreifen- oder Koplanarleitung hergestellt, wobei die jeweiligen Masseleitungen durch Schweißen, Löten oder mittels Leitlekleber und die Signalleiterbahnen mittels Bonddrähten oder Bändchen verbunden werden.

[0044] Beiden Ausführungsbeispielen ist gemeinsam,

daß durch die beschriebenen, das HF-Lasermodul 29; 48, das Gehäuse 28; 46 mit elektrischen Durchführungen und die optische Ausrüstung betreffenden Maßnahmen ein einfach aufgebautes, kostengünstiges und für hohe Datenraten geeignetes optisches Bauelement bereitgestellt wird.

#### Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Lasermodul, das einen Träger (12), einen auf dem Träger (12) angeordneten Halbleiterlaser (11) und eine auf dem Träger (12) vorgesehene elektrische HF-Leitstrecke (22) aufweist, an deren erstes Ende ein externes HF-Treibersignal anlegbar ist und die an ihrem zweiten Ende mit einem HF-Anschluß des Halbleiterlasers (11) elektrisch verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die HF-Leitstrecke (22) einen in Serie zu dem Halbleiterlaser (11) geschalteten HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  umfaßt.
2. Hochfrequenz-Lasermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  zwischen 10 und 50  $\Omega$ , insbesondere zwischen 20 und 25  $\Omega$  beträgt.
3. Hochfrequenz-Lasermodul nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine auf dem Träger (12) vorgesehene elektrische Nebenleitstrecke (24), die unter Umgehung des HF-Anpassungswiderstands  $R_A$  zu dem HF-Anschluß des Halbleiterlasers (11) geführt ist.
4. Hochfrequenz-Lasermodul, das einen Träger (112), einen auf dem Träger (112) angeordneten Chip (111) mit Halbleiterlaser (113) und Elektroabsorptionsmodulator (114), ein auf dem Träger (112) vorgesehene HF-Anschlußpad (115) und ferner ein auf dem Träger (112) vorgesehene, mit dem elektrischen Massekontakt des Elektroabsorptionsmodulators (114) in elektrischem Kontakt stehendes Massekontaktpad (117) umfaßt,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
auf dem Träger (112) eine das HF-Anschlußpad (115) mit dem Massekontaktpad (117) elektrisch verbindende HF-Leitstrecke (122) vorgesehen ist, die einen zu dem Elektroabsorptionsmodulator (114) parallel geschalteten HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  umfaßt.
5. Hochfrequenz-Lasermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lasermodul (29; 48) eine Linsenkoppeloptik (5') zum definierten Abstrahlen des von dem Halbleiterlaser (11) erzeugten Laserlichts umfaßt.
6. Optoelektronisches Bauelement, das ein HF-Laser-

modul (29; 48) nach einem der vorhergehenden Ansprüche sowie ein das HF-Lasermodule (29; 48) aufnehmendes Gehäuse (28; 46) mit einer elektrischen Durchföhrung für das HF-Treibersignal und einem geeignet angeordneten Lichtaustrittsfenster umfaßt.

7. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische HF-Durchföhrung mittels eines durch eine Gehäusewand (30) geföhrten, elektrisch isolierten Pins (31) erfolgt, dessen außerhalb des Gehäuses (28) liegendes Ende (37) direkt mit einer auf einer Platine (36) angeordneten HF-Leiterbahn (40) elektrisch verbunden, insbesondere verlötet ist.
8. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die elektrische HF-Durchföhrung (56) als auch die gehäuseinnenseitige elektrische HF-Verbindung zu dem Lasermodule (48) in Form einer koaxialen Leitung oder einer Mikrostreifenleitung (18, 55) oder einer koplanaren Leitung ausgeföhrt ist.
9. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb oder außerhalb des Gehäuses (28; 46) eine Induktivität (38) vorgesehen ist, über die dem Halbleiterlaser (11) ein Vorstrom zugeföhrt wird.
10. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 6 bis 9, gekennzeichnet durch einen im Strahlengang des HF-Lasermodule (29, 48) angeordneten optischen Isolator (49).
11. Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl von HF-Lasermodule auf einer einzelnen Halbleiterscheibe  
dadurch gekennzeichnet,
  - a) daß auf der Halbleiterscheibe (25) ein Leiterbahnmuster aufgebracht wird, das aus einer sich periodisch wiederholenden Leiterbahnstruktur aufgebaut ist, wobei
    - jede einzelne Leiterbahnstruktur zumindest eine HF-Leitstrecke (22) mit einem HF-Anpassungswiderstand  $R_A$ , eine den HF-Anpassungswiderstand  $R_A$  umgehende Nebenleitstrecke (24) sowie einen gegenüber der HF-Leitstrecke (22) und der Nebenleitstrecke (24) elektrisch isolierten Massekontaktbereich (17) umfaßt und
    - bei benachbarten Leiterbahnstrukturen die Nebenleitstrecke (24) der einen Struktur mit dem Massekontaktbereich (17) der anderen Struktur elektrisch verbunden ist;

b) daß auf jede Struktur ein Halbleiterlaser (11) aufgebracht und elektrisch mit der HF-Leitstrecke (22) und den Massekontaktbereich (17) verbunden wird;

c) daß durch Anlegen eines über die Nebenleitstrecken (24), die Halbleiterlaser (11) und die Massekontaktbereiche (17) fließenden Belastungsstromes eine gemeinsame Funktionsprüfung und/oder Voralterung von mehreren Halbleiterlasern (11) auf der Halbleiterscheibe (25) durchgeföhrt wird und;

d) daß die Halbleiterscheibe (25) entsprechend dem Leiterbahnmuster in einzelne HF-Lasermodule (29, 48) aufgetrennt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß vor Schritt d) zu jedem Halbleiterlaser (11) eine Linsenkoppeloptik (5') auf die Halbleiterscheibe aufgebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß vor Schritt d) eine Justage der Linsenkoppeloptik (5') durchgeföhrt wird.

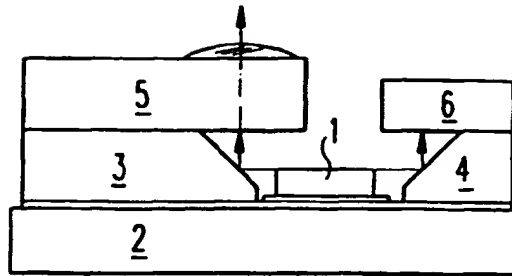


Fig. 1a

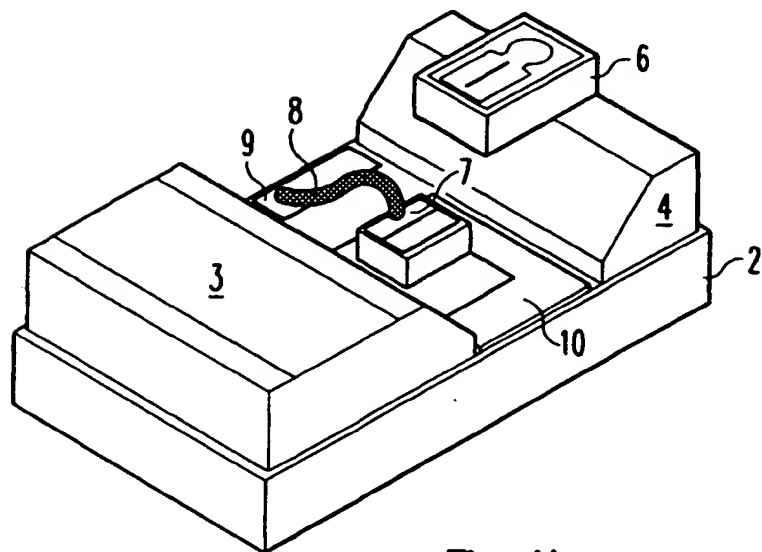


Fig. 1b



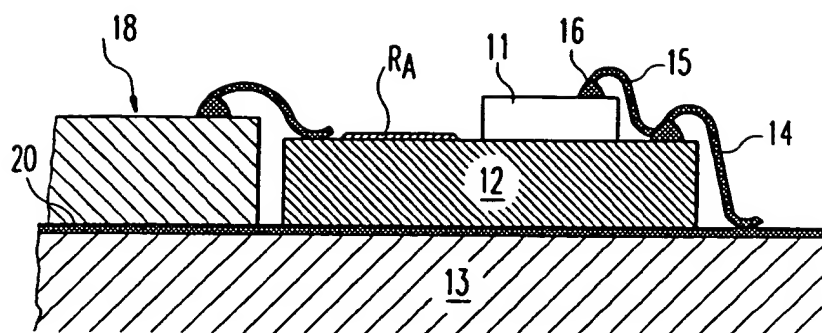


Fig. 2a

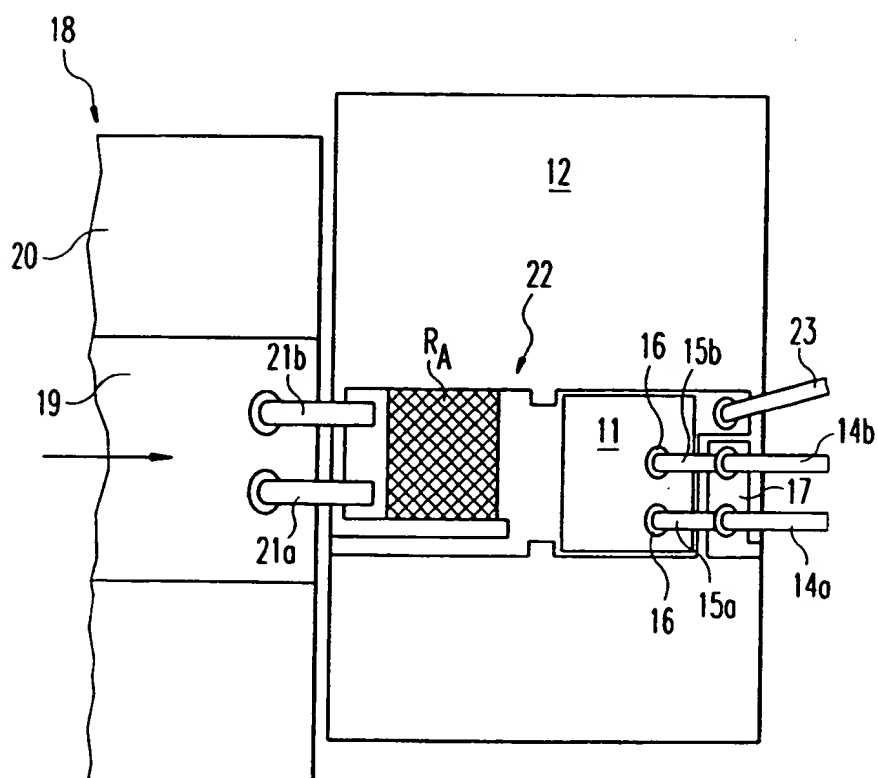


Fig. 2b

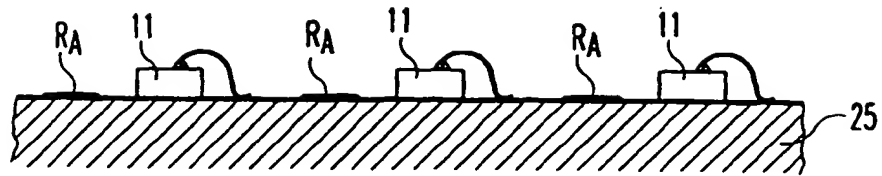


Fig. 3a

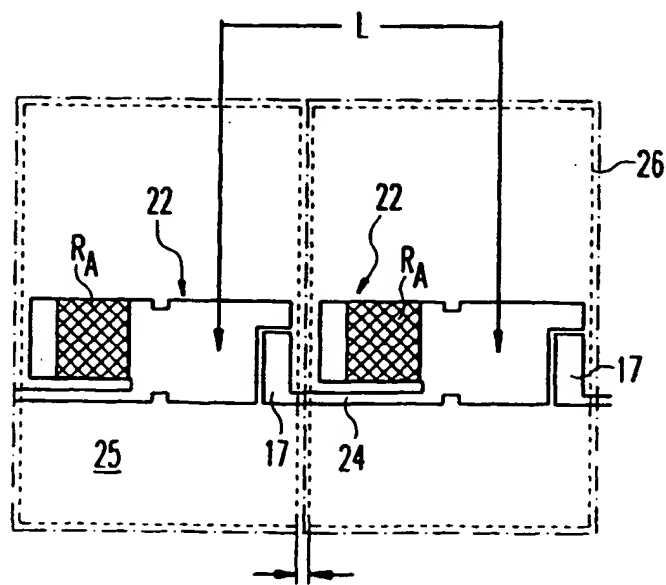


Fig. 3b

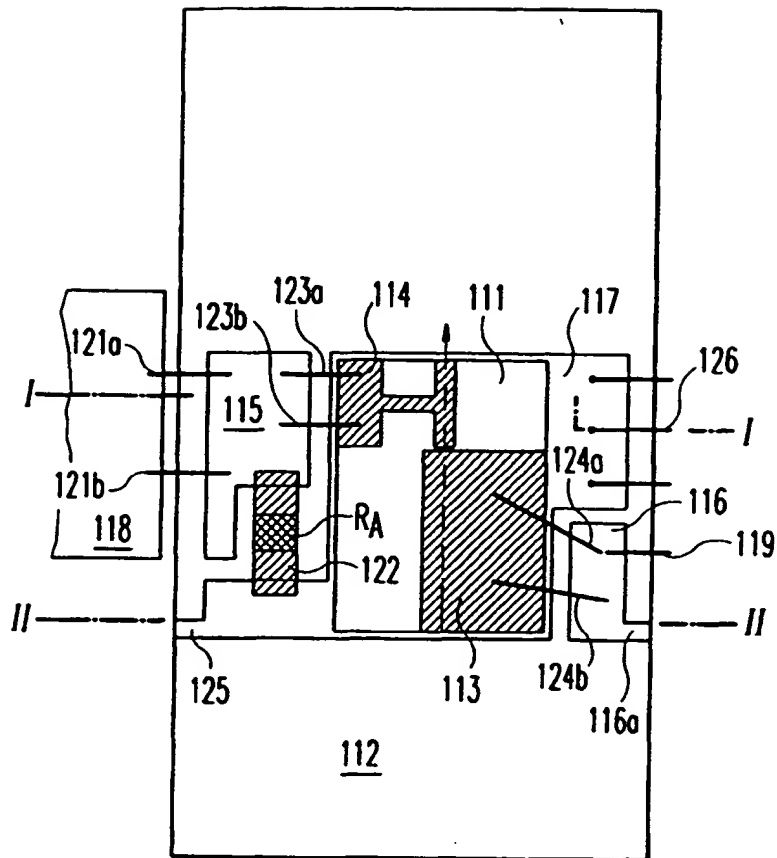


Fig. 4

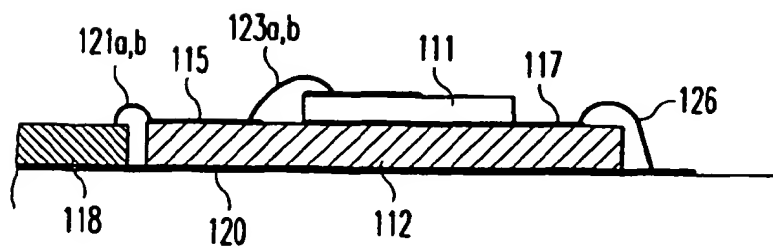


Fig. 5a

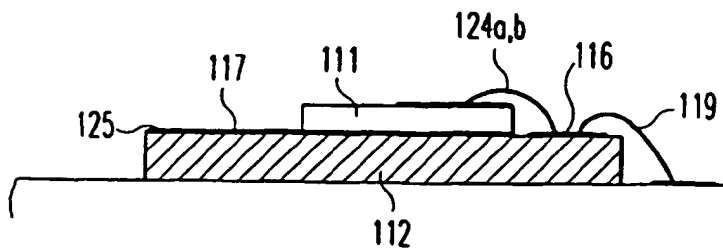


Fig. 5b

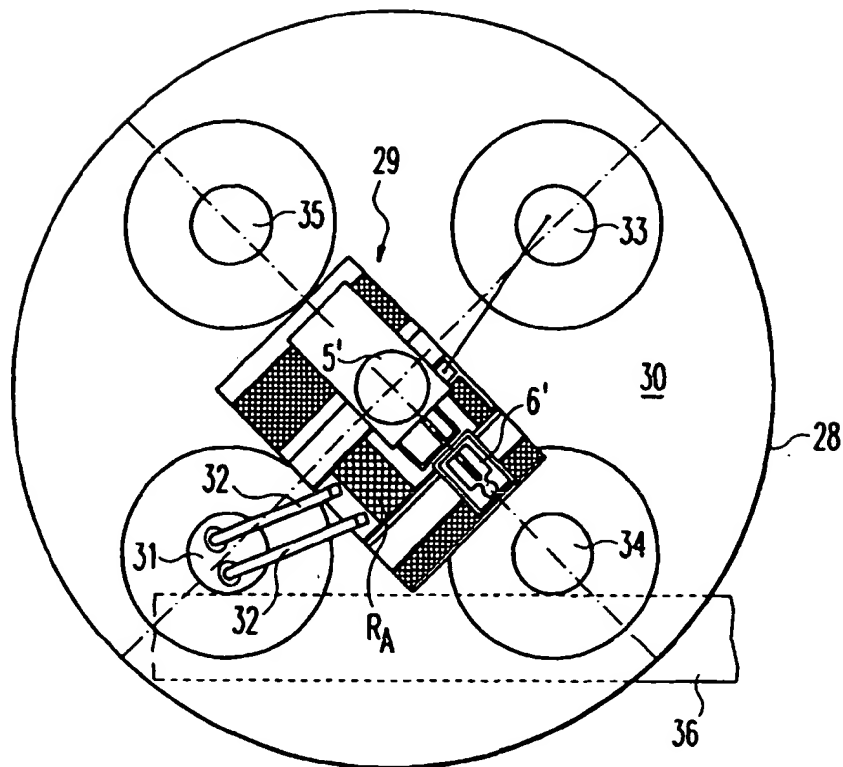


Fig. 6

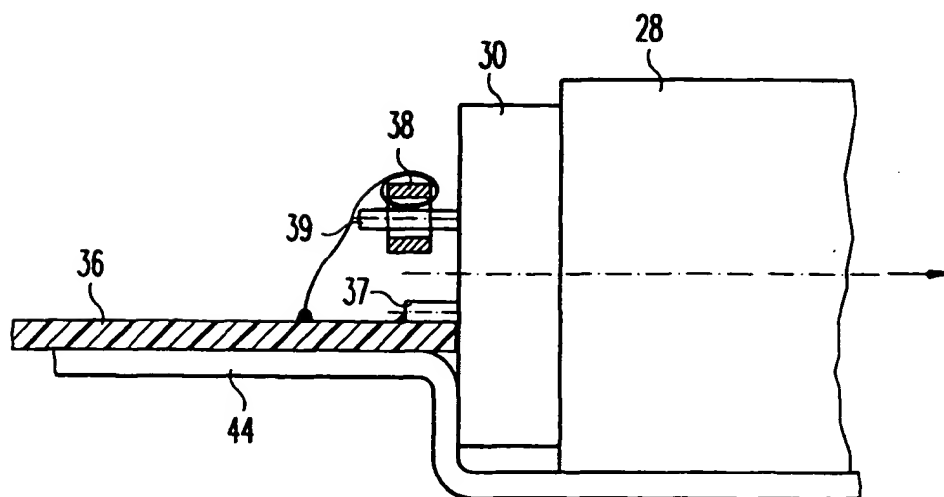


Fig. 7

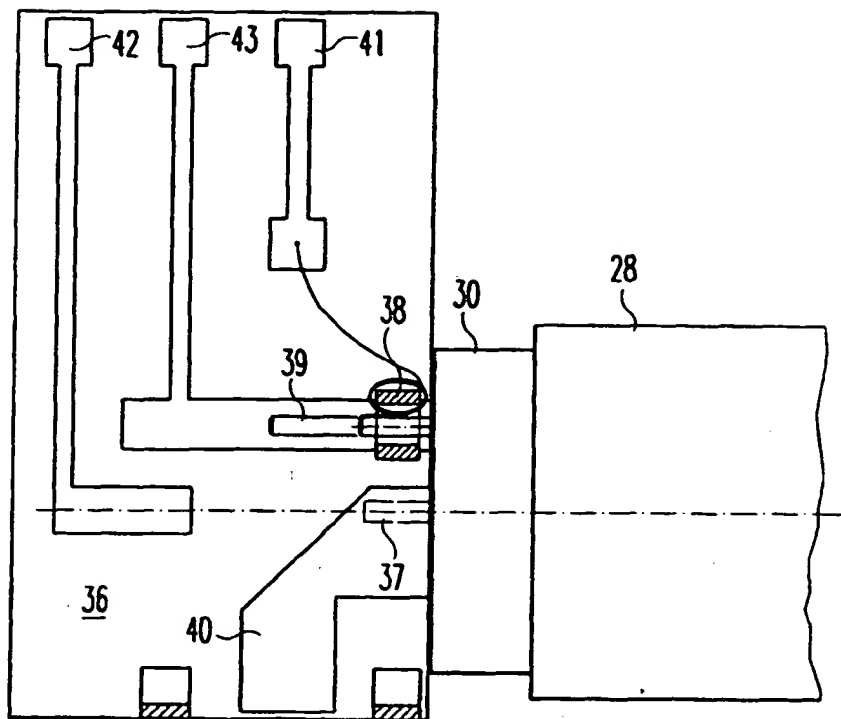


Fig. 8

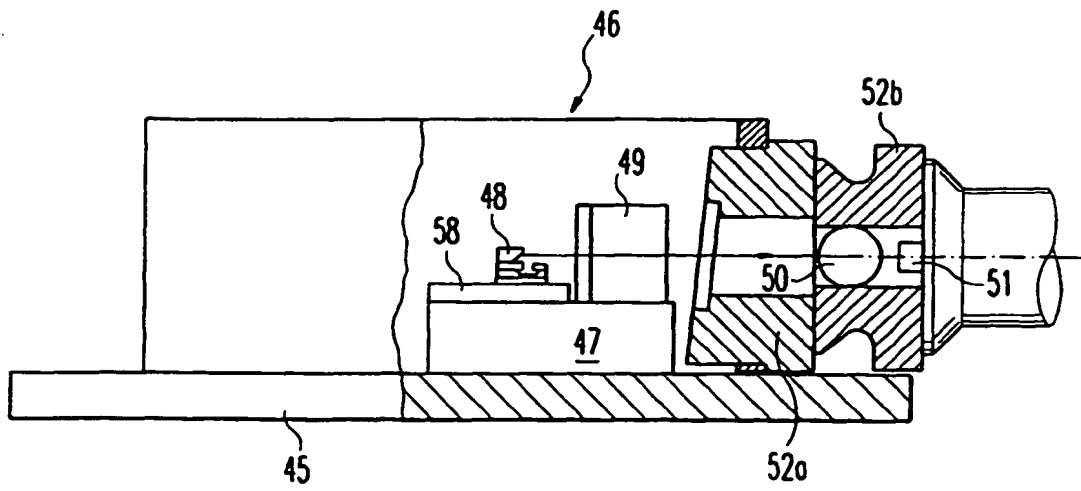


Fig. 9

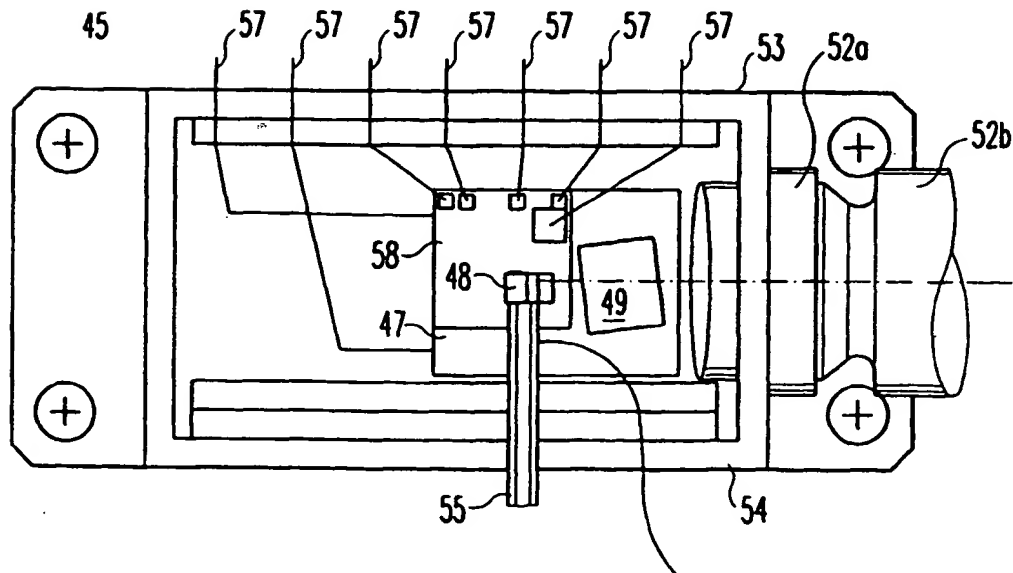


Fig. 10



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 9118

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	WO 92 13369 A (BRITISH TELECOMM) 6. August 1992 (1992-08-06)	1,2	H01S3/096
A	* Seite 1, Zeile 35 - Seite 1, Zeile 36 * * Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 12; Abbildungen 2,3 *	4,11	H01S3/025 H01L33/00
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 253 (E-1367), 19. Mai 1993 (1993-05-19) -& JP 04 373155 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP), 25. Dezember 1992 (1992-12-25)	1	
A	* Zusammenfassung *	4,11	
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 466 (E-1421), 25. August 1993 (1993-08-25) -& JP 05 110201 A (NEC CORP), 30. April 1993 (1993-04-30)	1,2	
A	* Zusammenfassung *	4,11	
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 026 (E-1025), 22. Januar 1991 (1991-01-22) -& JP 02 271585 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 6. November 1990 (1990-11-06)	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	* Zusammenfassung *	4,11	H01S
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 416 (E-1588), 4. August 1994 (1994-08-04) -& JP 06 125136 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 6. Mai 1994 (1994-05-06)	1	
A	* Zusammenfassung *	4,11	
	--- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>31. August 1999</b>	
		Prüfer <b>Gnugesser, H</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer  anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder  nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes  Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.92 (P4/C03)



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 9118

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	WO 87 02834 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 7. Mai 1987 (1987-05-07) * Seite 4, Zeile 3 - Seite 4, Zeile 25 * * Seite 7, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 15; Ansprüche 5,6; Abbildung 1 *	1,2,4,11	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 098, no. 001, 30. Januar 1998 (1998-01-30) -& JP 09 252164 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 22. September 1997 (1997-09-22) * Zusammenfassung *	1,4,11	
A	DE 197 00 261 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 5. Februar 1998 (1998-02-05) * Seite 4, Zeile 8 - Seite 6, Zeile 23; Abbildungen 1-7 *	1,4,11	
A	US 5 602 672 A (ISHIMURA EITARO ET AL) 11. Februar 1997 (1997-02-11) * Spalte 7, Zeile 4 - Spalte 8, Zeile 50; Abbildungen 1A,1B *	1,4,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>31. August 1999</b>	Prüfer <b>Gnugesser, H</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 9118

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-08-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9213369	A	06-08-1992	KEINE		
JP 04373155	A	25-12-1992	KEINE		
JP 05110201	A	30-04-1993	KEINE		
JP 02271585	A	06-11-1990	JP 1990184 C		08-11-1995
			JP 7019932 B		06-03-1995
JP 06125136	A	06-05-1994	KEINE		
WO 8702834	A	07-05-1987	US 4761788 A		02-08-1988
			CA 1254294 A		16-05-1989
			EP 0252094 A		13-01-1988
			JP 4082196 B		25-12-1992
			JP 63501187 T		28-04-1988
JP 09252164	A	22-09-1997	KEINE		
DE 19700261	A	05-02-1998	JP 10051069 A		20-02-1998
			US 5781578 A		14-07-1998
US 5602672	A	11-02-1997	JP 9090302 A		04-04-1997
			FR 2738926 A		21-03-1997
			GB 2305511 A, B		09-04-1997

EPO FORM P0161

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

